

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3803570 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 03 570.7  
㉔ Anmeldetag: 6. 2. 88  
㉕ Offenlegungstag: 28. 7. 88

⑤① Int. Cl. 4:  
**E 02 B 9/08**

E 02 B 3/06  
F 03 B 13/12  
F 03 D 5/04  
B 63 B 35/44  
// B63B 21/50

Behördeneigentlich

DE 3803570 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
25.07.87 DE 37 24 643.7

⑦① Anmelder:  
Zelck, Gerd, Ing.(grad.), 2105 Seevetal, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑤④ **Schwimmendes Bauwerk für Wellenschutz und Wellenenergiewandlung**

Schwimmendes Bauwerk für den Einsatz im Off-shore-Bereich mit einer kombinierten Anwendung als Wellenschutz für leeseitig positionierte schwimmende Windenergiekonverter und zur Nutzung der Wellenenergie für die Stromerzeugung. Das Bauwerk wird je nach Größe der zu schützenden Windenergiekonvertereinheiten aus mehreren Modulen zusammengesetzt und auf der Luvseite der Windenergiekonverter verankert.

Für die Nutzung der Wellenenergie wird das Prinzip eines sich verengenden Wellenkanals verwendet, bei dem die kinetische Energie der Tiefwasserwelle in potentielle Energie umgeformt wird. Dieser Vorgang wird durch einen ansteigenden Kanalboden sowie durch Reflexionseffekte am Ende des verschlossenen Kanals verstärkt.

Durch Fluten und Lenzen kann der schwimmende Wellenenergiekonverter auf die jeweils herrschenden Wellenbedingungen eingestellt werden, wodurch eine gute Ausnutzung des jährlichen Wellenenergieangebotes an seinem jeweiligen Standort erreicht wird.

Das Bauwerk wird an geeigneten Plätzen an der Küste errichtet und später dort auch gewartet/überholt, um dann schwimmend an seinen Einsatzort im küstennahen Off-shore-Bereich geschleppt und dort verankert zu werden.

DE 3803570 A1

## Patentansprüche

1. Schwimmendes und im Offshore-Bereich verankertes Bauwerk, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk eine Schutzvorrichtung gegen starken Seegang, Sturmwellen und Eisgang gegenüber leeseitig positionierten schwimmenden Windenergiekonvertereinheiten besitzt und gleichzeitig Wellenenergie in elektrischen Strom umwandelt.
2. Schwimmendes Bauwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk aus Modulen besteht und zu einem Bauwerk mit bestimmter Mindestlänge oder zu einem bestimmten Minstdurchmesser zusammensetzbar ist.
3. Schwimmendes Bauwerk nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk nebeneinander angeordnete Welleneinlauföffnungen mit anschließenden, stark konvergierenden Wellenführungs Kanälen enthält, die an ihrem Ende verschlossen sind und deren seitliche Führungswände gleichzeitig die seitlichen Begrenzungswände von Wellenauffangbecken bilden, deren oberer Rand gegenüber dem mittleren Meereswasserspiegel durch Fluten und Lenzen von bestimmten, im Bauwerk untergebrachten Kammern, Ventilen und Pumpen, gezielt veränderbar ist.
4. Schwimmendes Bauwerk nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der hintere Teil der Wellenführungs Kanäle mit einer nach hinten abgeschlossenen Überdachung versehen ist.
5. Schwimmendes Bauwerk nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überdachung der Wellenführungs Kanäle eine geeignete Formgebung für ein seitliches Umlenken der hochschwappenden Wellen aufweist.
6. Schwimmendes Bauwerk nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es mit Einrichtungen zur Umwandlung der in den Wasserspeicherbecken enthaltenen Gefälleenergie in elektrische Energie versehen ist.
7. Schwimmendes Bauwerk nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ableiten der erzeugten elektrischen Energie, die Umwandlung und Einspeisung in Verteilungsnetze sowie die Übertragung der Steuerungs- und Überwachungssignale mit denen der Windenergiekonvertereinheiten kombiniert ist.
8. Schwimmendes Bauwerk nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk an geeigneten Plätzen an der Küste errichtet, gewartet und überholt werden kann und zu Einsatzorten schwimmend geschleppt und verankerbar ist.
9. Schwimmendes Bauwerk nach den Ansprüchen aus 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk die zu schützenden, schwimmenden Windenergiekonverter halbkreisförmig umschließt und über einen, auf speichenförmig angeordneten Stegen sitzenden Ringkörper, mit Windkonvertern elastisch verbunden ist.
10. Schwimmendes Bauwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauwerk die horizontalen Positionierungskräfte der Windenergiekonverter aufnimmt und über sein Verankerungssystem in den Meeresboden einleitet.
11. Schwimmendes Bauwerk nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht umschlossene Halbkreis des gegen Wellen zu schützenden Innenraumes durch gelenkig miteinander

ander verbundene, kreisförmig ausgebildete Ringschwimmkörper verschlossen ist.

12. Schwimmendes Bauwerk nach den Ansprüchen 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gelenkig miteinander verbundenen Ringschwimmkörper zum Aus- und Einschwimmen der Windenergiekonverter aufklappbar sind.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein schwimmendes, im Offshore-Bereich verankertes Bauwerk, daß einerseits eine Wellenschutzfunktion für leeseitig angeordnete, schwimmende Windenergiekonverter übernehmen kann und andererseits dafür ausgebildet ist, aus den Wellen elektrische Energie zu gewinnen.

Es ist ein Vorschlag bekannt, im Offshore-Bereich, z.B. in der Nord- und Ostsee, Windenergieinseln für die Stromgewinnung zu installieren, bei denen jeweils 3 bis 5 große Windenergiekonverter schwimmend und frei ausrichtbar um einen verankerten, zentralen Schwimmkörper herum positioniert werden. (Ref. 1 und 2)

Es soll nun die primäre Aufgabe der Erfindung sein, diese schwimmenden Windenergiekonverterinseln vor starkem Seegang, Sturmwellen, Brechern und Eisgang zu schützen und damit ihren Einsatz in diesem Bereich mit hoher Windenergiegedichte erst zu ermöglichen, indem auf der, der freien See zugewandten Seite (Hauptwellenrichtung) ein schwimmender Wellenschutz positioniert wird. Die Breite dieses Wellenschutzbauwerkes wird durch den Durchmesser der Windenergiekonverterinsel, den Abstand zwischen Wellenschutzbauwerk und Windenergiekonverterinsel sowie durch den Richtungsbereich, in dem ein Schutz gegen anlaufende Wellen sichergestellt werden soll, bestimmt.

Die andere Aufgabe der Erfindung ist es, mit dem selben Bauwerk für den Wellenschutz von Windenergiekonvertern elektrische Energie aus den Wellen zu gewinnen.

Für eine Nutzung der Wellenenergie sind eine Reihe von Vorschlägen bekannt, die u.a. übersichtlich in einer Studie des BMFT von 1981 (Ref. 3) zusammengestellt wurden. Alle diese Vorschläge weisen einen oder mehrere der nachfolgend aufgeführten Nachteile auf:

— Die mechanischen Bauteile für die Energieumwandlung sind direkt dem Einfluß der Wellen ausgesetzt.

Nachteil: Störanfälligkeit, hoher Verschleiß und hoher Wartungsaufwand.

— Insgesamt hoher mechanischer Aufwand, der für die Energieumwandlung benötigt wird.

Nachteil: Störanfälligkeit, hoher Wartungsaufwand.

— Im Bereich der Anlage wird eine Brandungszone erzeugt, bzw. die Anlage muß in der Brandungszone positioniert werden.

Nachteil: Hoher Verschleiß durch Erosionseffekte. Verluste durch Vertosung der Wellenenergie und dadurch bedingter schlechter Wirkungsgrad der Energiewandlung.

— Die Wellenenergie kann nur direkt im Rhythmus der ankommenden Wellen entnommen werden.

Nachteil: Pulsierende Stromgewinnung. Hoher Aufwand bei der Umwandlung in elektrischen Strom und bei einer gleichmäßigen Einspeisung in Verteilernetze.

— Das Prinzip ist nur geeignet für kleine Leistungs-

einheiten.

Nachteil: Hohe Kosten pro gewonnene Energieeinheit. Geringer Substitutionseffekt bei einer umweltbelastenden Energieerzeugung.

— Die Anlage ist nur für ein schmales Wellenspektrum optimal.

Nachteil: Mäßige Ausnutzung der am Standort vorkommenden jährlichen Wellenenergie.

Aus Norwegen ist eine Demonstrationsanlage zur Umwandlung von Wellenenergie in elektrische Energie bekannt, die seit 1985 in Betrieb ist und, bis auf den letzten Punkt, die oben aufgeführten Nachteile vermeidet. (Ref. 4, 5 und 6)

Es handelt sich hierbei um das Prinzip eines sich stark verengenden Wellenführungs Kanals (TAPCHAN-Anlage = Tapered Channel). Die Anlage hat eine zur Wellenfront hin gerichtete, breite Öffnung, die in einen sich stark verengenden Wellenführungs kanal mündet. Der Kanal ist an seinem Ende verschlossen. Seine Länge soll größer sein als die am Standort vorherrschende Wellenlänge. Die Oberkante der Kanalseitenwände liegt um einen bestimmten Wert über dem mittleren Meeresspiegel. Außerdem bilden die Kanalseitenwände gleichzeitig die Begrenzungswände eines den Wellenführungs kanal umgebenden Speicherbeckens.

Aufgrund der besonderen Formgebung des Welleneinlauftrichters und des anschließenden Wellenkanals sowie der Verengung des Kanals und des Steigungswinkels des Kanalbodens, bildet sich im Kanal eine Welle aus, deren Höhe erheblich größer ist als die der Wellen vor der Anlage. Beim Durchlaufen durch den Wellenführungs kanal spült ein Großteil der Wellenmasse seitlich über die Kanalwände in das Speicherbecken, dessen Wasserspiegel hierdurch höher liegen kann als der mittlere Meeresspiegel vor der Anlage. Dieser Überströmeffekt auf ein höheres Niveau tritt am stärksten am Ende des verschlossenen Wellenführungs kanals auf, an dem Reflexionseffekte die Wellenhöhe weiter vergrößern.

Die Gefällehöhe zwischen Speicherbecken und mittlerem Meeresspiegel wird nun dazu genutzt, mit Hilfe eines angepassten Turbinen-Generatorsystems elektrische Energie zu erzeugen. Dieses Prinzip weist gegenüber allen anderen bekannten Vorschlägen zur Umwandlung von Wellenenergie in elektrischen Strom folgende Vorteile auf:

— Es besitzt nur wenige mechanische Bauteile, die außerdem geschützt im Speicherbecken angeordnet und damit nicht der zerstörerischen Kraft der Wellen selbst ausgesetzt sind.

— Die anzuwendenden mechanischen Bauteile, wie z. B. Wasserturbine und Generator, sind erprobte und ausgereifte Komponenten aus dem Bereich der Wasserkraftnutzung. Eine lange Lebensdauer bei geringem Wartungsaufwand wird mit diesen Komponenten heute erreicht.

— Die Wellen in dem Wellenführungs kanal werden nicht so hoch aufgesteilt, daß sie brechen und dabei einen großen Teil ihrer Energie vertosen. Vielmehr schwappt ein Teil ihrer Wassermasse über den Rand, wodurch auch die erodierenden und kavitierenden Kräfte niedrig gehalten werden können.

— Die Zwischenschaltung eines Speicherbeckens erzeugt eine Vergleichmäßigung der zur Turbine abfließenden Wassermasse. Mit der Wahl der Speicherbeckengröße kann so gezielt ein gewünschter

Zeitraum für eine Energiepufferung verwirklicht werden.

Ein verbleibenden Nachteil dieser Anlage ist, daß sie an Uferzonen oder auf Inseln fest gegründet werden muß und damit die Oberkante des Wellenführungs kanals in ihrer Höhe nicht verändert werden kann. Die Konstruktion kann somit nur für eine bestimmte Wellengröße, die in erster Linie durch die Parameter "mittlere Wellenhöhe, Wellenlänge und Wellenfrequenz" bestimmt wird, ausgelegt werden. Diese Wellenparameter verändern sich aber bei verschiedenen Windbedingungen erheblich, weshalb diese Konstruktionen nur einen beschränkten Anteil von der jährlich nutzbaren Wellenenergie am jeweiligen Standort umwandeln können. Die vorliegende Erfindung vermeidet diesen Nachteil, in dem das Bauwerk schwimmend ausgeführt wird und über entsprechende Kammern mit dazugehörigen Flut- und Lenzeinrichtungen die Kanalwand bzw. Speicherbeckenhöhe optimal auf die jeweils herrschenden Wellenbedingungen eingestellt werden kann. Durch eine entsprechende Anordnung der Flutkammern und der Befestigungspunkte für die Verankerung kann der Energieaufwand zum Lenzen der Flutkammern minimiert werden, indem das Heben der Kanalwandhöhe durch eine kombinierte Kipp-Hubbewegung des schwimmenden Bauwerkes erfolgt.

Ein weiterer Nachteil bei den bekanntgewordenen Vorschlägen sind die hohen Stromerzeugungskosten, die sich aus der verhältnismäßig niedrigen, mittleren jährlichen Energiedichte pro Meter Wellenfront einerseits und dem hohen Bauaufwand andererseits, der für die nur zeitweilig auftretenden schweren Umgebungsbedingungen erforderlich ist, ergeben.

Dieser Nachteil wird bei der vorliegenden Erfindung vermindert, indem der Aufwand für die elektrische Infrastruktur wie Seekabel, Frequenzumwandler und Regeltrafos an den Einspeisepunkten in die öffentlichen Verteilungsnetze, usw., mit den Windenergiekonvertern geteilt wird.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung gegenüber den angeführten bekanntgewordenen Vorschlägen zur Wellenenergienutzung, ist, daß die schwimmenden Bauwerke an geeigneten Orten an der Küste wie z.B. in entsprechenden Trockendocks von Werften, gefertigt, voll ausgerüstet und geprüft werden können, um erst dann auf dem Seewege zu ihrem Einsatzort geschleppt und dort positioniert zu werden. Das gleiche gilt auch umgekehrt für größere Reparaturen und Überholungen, die in gewissen Zeitabständen erforderlich werden. Hierbei können längere Betriebsunterbrechungen durch einen Austausch des überholungsbedürftigen Bauwerkes gegen ein überholtes im Umlaufverfahren, vermieden werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Neuartigkeit dieser Erfindung darauf beruht, daß mit Hilfe dieses kombinierten schwimmenden Wellenschutzes und Wellenenergiekonverters

— Windstrom in dem energiereichen Offshore-Bereich sicher und dabei gleichzeitig preiswerter als gegenüber den bisher bekanntgewordenen Vorschlägen gewonnen werden kann,

— gleichzeitig Strom aus den Meereswellen gewonnen werden kann, wobei das Umwandlungssystem in einem weiten Bereich optimal auf die jeweils herrschenden Wellenbedingungen eingestellt werden kann,

— gegenüber bisher bekanntgewordenen Vor-

schlagen eine Verbilligung bei der Stromgewinnung aus Meereswellen erreicht werden kann, — das Bauwerk an geeigneten Plätzen an der Küste gefertigt und gewartet werden und zu seinem Einsatzort leicht transportiert werden kann.

In den Zeichnungen sind Lösungsvorschläge wie folgt gezeigt:

**Fig. 1** Ein Modul des kombinierten schwimmenden Wellenschutzes und Wellenenergiekonverters mit seiner Verankerung. Das gesamte Bauwerk wird je nach erforderlicher Wellenschutzbreite aus mehreren gekoppelten Modulen zusammengesetzt.

**Fig. 2** Längsschnitt durch einen schwimmenden und verankerten Modul, an dem der Welleneinlauf, die Wellenverformung und der Bereich der Höhenveränderung des Wellenkanals bei unterschiedlichen Wellenbedingungen im Prinzip dargestellt wird (Schnitt A-A von der Draufsicht in Fig. 1), bzw. an dem ein Schnitt durch das Speicherbecken mit dem Turbinen-Generator-System gezeigt wird (Schnitt B-B von der Draufsicht in Fig. 1).

**Fig. 3** Eine Energieinsel, bestehend aus einem aus 3 Modulen zusammengesetzten kombinierten Wellenschutz und Wellenenergiekonverter und aus einer Einheit von 3 schwimmenden Windenergiekonvertern. Die Baueinheiten für Wellenschutz/Wellenenergieumwandlung und Windenergieumwandlung sind getrennt voneinander verankert und dadurch unabhängig in ihren, durch Seegang und Strömung verursachten Bewegungen.

**Fig. 4** Eine Energieinsel, bestehend aus einem aus vier Modulen zusammengesetzten kombinierten Wellenschutz und Wellenenergiekonverter und aus einer Einheit von 5 schwimmenden Windenergiekonvertern. Wie bei Fig. 3 auch, sind die Einheiten für Wellenschutz/Wellenenergieumwandlung und Windenergieumwandlung getrennt voneinander verankert.

**Fig. 5** Eine Ausführungsvariante der Energieinseln von Fig. 3 und 4. Der kombinierte Wellenschutz/Wellenenergiekonverter umschließt halbkreisförmig eine Einheit aus 3 schwimmenden Windenergiekonvertern. Der zentrale Ringkörper, durch den die Windenergiekonverter positioniert werden und um den sie frei drehen können, ist hier Bestandteil des Wellenschutz/Wellenenergiekonverter-Systems. Es ist über speichenförmig verlaufende Stege/Rippen mit dem Hauptbauwerk fest verbunden. Nur dieses Bauwerk ist verankert. Die Baueinheiten für Wellenschutz/Wellenenergieumwandlung und Windenergieumwandlung sind dadurch miteinander verbunden worden und bewegen sich im Seegang und in Meeresströmungen abhängig voneinander.

Der vom Wellenschutz/Wellenenergiekonverter umschlossene Innenraum, in dem die Windenergiekonvertereinheit positioniert ist, kann durch aufklappbare Ringschwimmkörper vollständig geschlossen werden.

Zunächst wird anhand der Fig. 1 und 2 ein Modul des kombinierten Wellenschutz/Wellenenergiekonverters in seinem prinzipiellen Aufbau beschrieben:

Das aus seewasserfestem Stahlbeton aufgebaute Bauwerk besteht aus mehreren, nebeneinander angeordneten Welleneinlauf-Öffnungen 1, die in, sich stark verengende, Wellenführungs Kanäle 2 münden. Diese Wellenführungs Kanäle sind an ihrem Ende 3 verschlossen. Die Oberkanten der seitlichen Führungswände 4 von den Wellenführungs Kanälen 2 liegen oberhalb des mittleren Wasserspiegels 5. Diese seitlichen Führungswände 4 bilden gleichzeitig die seitlichen Begrenzungswände von Speicherbecken 6.

Der hintere Teil der Wellenführungs Kanäle 2 ist mit einer bestimmten Formgebung überdacht. Diese Überdachung 7 ist nach hinten abgeschlossen. Unterhalb der Speicherbecken 6 sind Flut- und Trimm tanks 8 angeordnet, die durch perforierte Zwischenwände ausgesteift sind. Die Verbindungs Löcher in den Zwischenwänden (Perforierung) sind dabei so angeordnet und dimensioniert, daß ein Schwappen der Seewasserfüllung bei Seegang gedämpft wird.

Über eine entsprechende Flut- und Lenz einrichtung 10 kann das schwimmende und über die an den Fundamenten 11 befestigten Ankerketten 12 flexibel positionierte Bauwerk zum optimalen Einstellen auf die jeweils herrschenden Wellenbedingungen abgesenkt oder angehoben werden. Diese Höheneinstellung "h" des Speicherbeckens kann durch ein kombiniertes Heben/Senken und Kippen erfolgen, wodurch einerseits der Energieaufwand für das Lenzen gering und andererseits die Lage des Bauwerkes auch bei Sturmwellen noch ruhig gehalten werden kann.

Das Rohr 9 dient zur Belüftung der Flut- und Trimm tanks 8, die unter dem Wasserspiegel liegen.

Die Höhendifferenz " $H_G$ " (Höhe des Gefälles) zwischen dem Wasserstand im Speicherbecken 6 und dem Ruhewasserspiegel 5 wird durch eine geeignete Kaplan- oder Rohrturbine 13 zur Stromgewinnung abgearbeitet. Über flexible Kabel — hier nicht weiter dargestellt — wird der elektrische Strom zu den im Seegangsluv positionierten Windenergiekonvertern geleitet und über die dort installierte elektrische Infrastruktur dem Küstennetz zugeführt.

Mehrere dieser Module werden zu einem Wellenschutzsystem verbunden und können so die dahinter positionierten schwimmenden Windenergiekonverter gegen Wellen aus dem Seebereich sicher abschirmen (Fig. 3 und 4). Die gekrümmte Formgebung der Module ist einfach aufgebaut und ermöglicht eine steife Bauweise. Die Herstellung kann günstig in einem Trockendock mit Sezugang erfolgen. Zum Aufstellort wird das fertig ausgerüstete Bauwerk ausschließlich auf dem Seewege geschleppt.

Der Längsschnitt A-A in der Fig. 2 macht deutlich, wie die in die Welleneinlauföffnung 1 einlaufende Tiefwasserwelle sich mehr und mehr aufsteilt und ihre kinetische Energie in potentielle Energie umwandelt. Dieser Effekt wird insbesondere durch die stark konvergierenden seitlichen Kanalwände erreicht, aber auch der ansteigende Kanalboden sowie die Reflexion am verschlossenen Ende 3 des Wellenführungs Kanals 2 tragen hierzu bei.

Die spez. Wellenenergie pro Meter Wellenbreite vergrößert sich hierbei etwa proportional zur geometrischen Verengung. Die oberen Wellenanteile, die im Wellenkanal jeweils die Höhe der Seitenwände 4 überschreiten, fließen dann seitlich über die Stirnkanten in das Speicherbecken 6. Der größte Teil der Wellenmasse wird jedoch am Ende 3 des Wellenführungs Kanals 2 in das Speicherbecken 6 überschwappen.

Damit dieser hochschwappende Wasserschwall nicht vom Wind in Richtung der schwimmenden Windenergiekonverter mitgerissen wird, ist der hintere Bereich des Wellenführungs Kanals 2 mit einer nach hinten abgeschlossenen Überdachung 7 versehen. Die besondere Formgebung dieser Überdachung 7 soll das hochschwappende Wasser nach beiden Seiten zum Speicherbecken 6 hin umlenken.

Das Gefälle zwischen dem Wasserspiegel im Speicherbecken 6 und dem niedrigeren mittleren Meeres-

wasserspiegel 5 wird durch ein Turbinen-Generatorsystem 13/14 zur Stromerzeugung genutzt.

Die vorstehende, gerundete Zunge 15 des Kanalbodens im Bereich der Welleneinlauföffnung 1 bewirkt auf schräg auftreffende Wellen eine Beugung ihrer Richtung auf den Wellenkanal hin.

Anhand der Fig. 3 wird der Aufbau einer im Offshore-Bereich positionierten Energieinsel deutlich. Sie besteht aus den schwimmenden Einheiten Wellenschutz/Wellenenergiekonverter 16 und den Windenergiekonvertern 17. Beide schwimmenden Einheiten sind getrennt und unabhängig voneinander in einem ausreichenden Sicherheitsabstand durch Ankerketten 12 elastisch positioniert. Die einzelnen Ankerketten 12 sind dabei an gerammten Verankerungsfundamenten 11 lösbar befestigt (siehe auch Fig. 1 und 2).

Der Wellenschutzbereich für die Windenergiekonverter beträgt in dieser Fig. 90° in der Hauptwellenrichtung. Bei extremen Wellensituationen, in denen die Windenergiekonverter nicht mehr ausreichend ruhig schwimmen, wird der Betrieb durch Stillsetzen der Rotoren abgeschaltet.

Durch Ankoppeln von weiteren Modulen kann der Wellenschutzbereich vergrößert werden.

Die Fig. 5 zeigt eine andere Anordnung von Wellenschutz/Wellenenergiekonverter und Windenergiekonvertern (Variante II).

Der zentrale Schwimmkörper 18 in den Fig. 3 und 4 wird hier durch einen zentralen Ringkörper 19 ersetzt, der über Stege/Rippen 20 speichenförmig mit dem kreisrunden Wellenschutz/Wellenenergiekonverter 21 fest verbunden ist. Über diese Elemente werden die Positionierungskräfte der Windenergiekonverter 17 in den schwimmenden Wellenschutz 21 eingeleitet und von dort über die Ankerketten 12 in das Verankerungssystem 11 abgeführt.

Damit in dem von Wellenschutz 21 halbkreisförmig umschlossenen Drehbereich der Windenergiekonverter 17 von der dem Land zugekehrten Seite keine Wellen einlaufen und dadurch unerwünschte Spitz- und Reflektionswellen entstehen können, kann dieser Bereich durch einen schwimmfähigen, durch Gelenke verbundenen und aufklappbaren leichten Wellenschutz 22 abgeschlossen werden.

Für den Zusammenbau der einzelnen Elemente der Windenergiekonverter-Einheit am Aufstellort ist es bei der Alternativlösung II erforderlich, daß der Ringschwimmkörper 23, an dem über die elastischen Brückenelemente 24 die einzelnen schwimmenden Windenergiekonverter 17 angekoppelt sind, aus 2 bis 3 Einzelementen besteht, die um den fest installierten zentralen Ringkörper 19 herum eingeschwommen und dann miteinander kraftschlüssig verbunden werden.

#### Referenzen:

1. "Windenergiekonverter im Offshore-Bereich"  
Patentanmeldung Nr. P 32 24 976.4 vom 3. 7. 1982  
Anmelder: Gerd Zelck, 2105 Seevetal 3

2. "Vorschlag über eine kombinierte Nutzung von Wind- und Wellenenergie in den Tiefwasserbereichen der deutschen Nord- und Ostsee und Darstellung einer Maximallösung zur Nutzung dieser Energien für die Stromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland"  
Privatstudie vom Juni 1987 (veröffentlicht erst nach der Patentanmeldung)

Verfasser: Gerd Zelck, 2105 Seevetal 3

3. "Technologie und Nutzung der Wellenenergie" (Systemuntersuchung)

Verfasser: U. Echener und T. Kröger von Dornier System GmbH und W. Dursthoff vom Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen Hannover.

Studie vom Juli 1981 (BMFT-Forschungsbericht T81-117)

4. "The troughs and crests of wave energy" by Dr. Michael Flood.

Chartered Mechanical Engineer (CME)  
Britisches Journal von "The Institution of Mechanical Engineers"

Ausgabe vom September 1984

5. "Brandungskraftwerke aus Norwegen"

Blick durch die Wirtschaft (Beilage der FAZ) vom 28. 3. 1985

6. TAPCHAN — The Norwave Power Converter by

E. Mehlium, T. Hysing, and J. J. Stammes  
Norwave A. S. Forskningsveien 1 0371 Oslo 3, Norway and

O. Eriksen and F. Serck-Hanssen  
Center for Industrial Research P. O. Box 350, Blindern 0314 Oslo 3, Norway

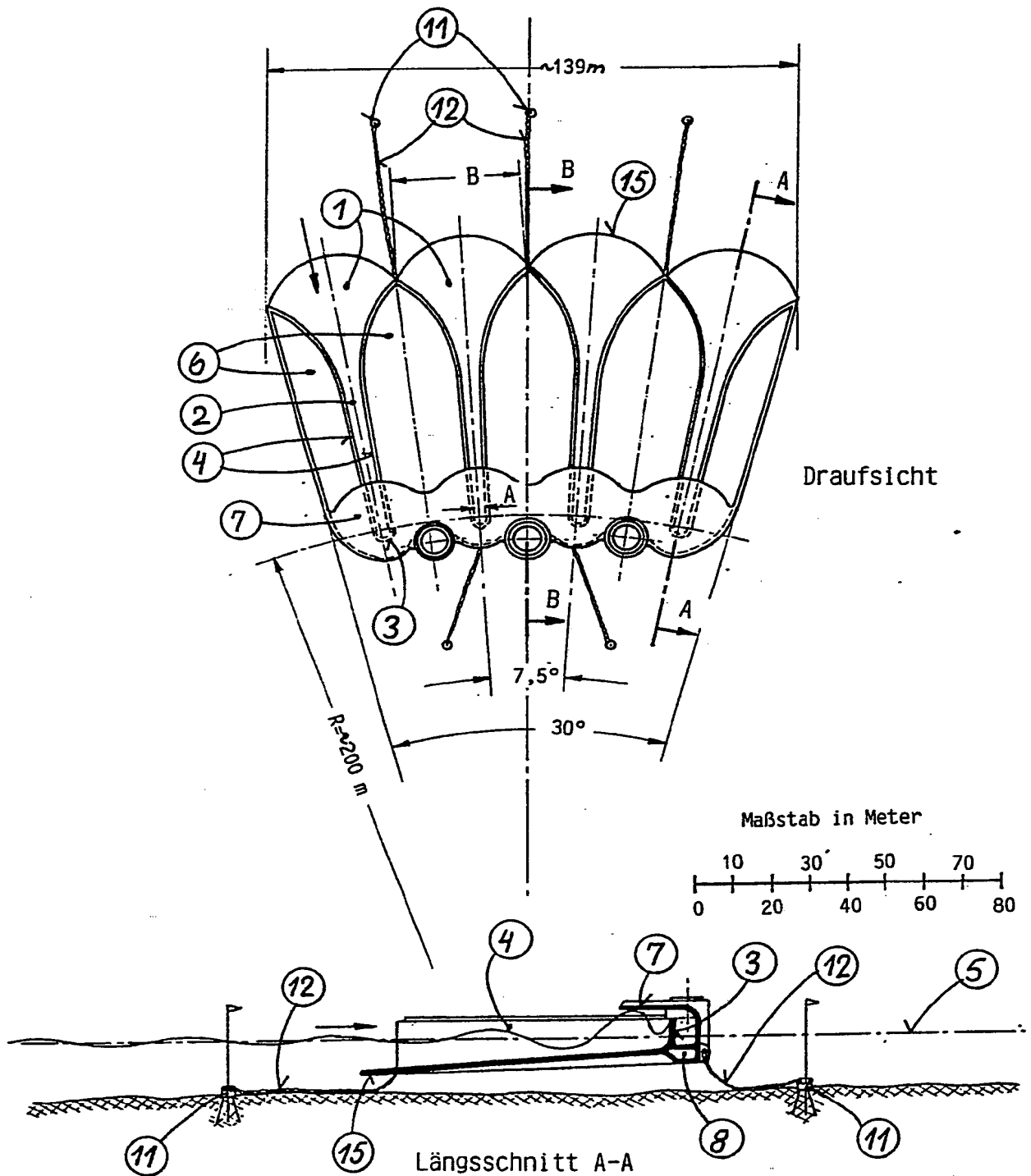
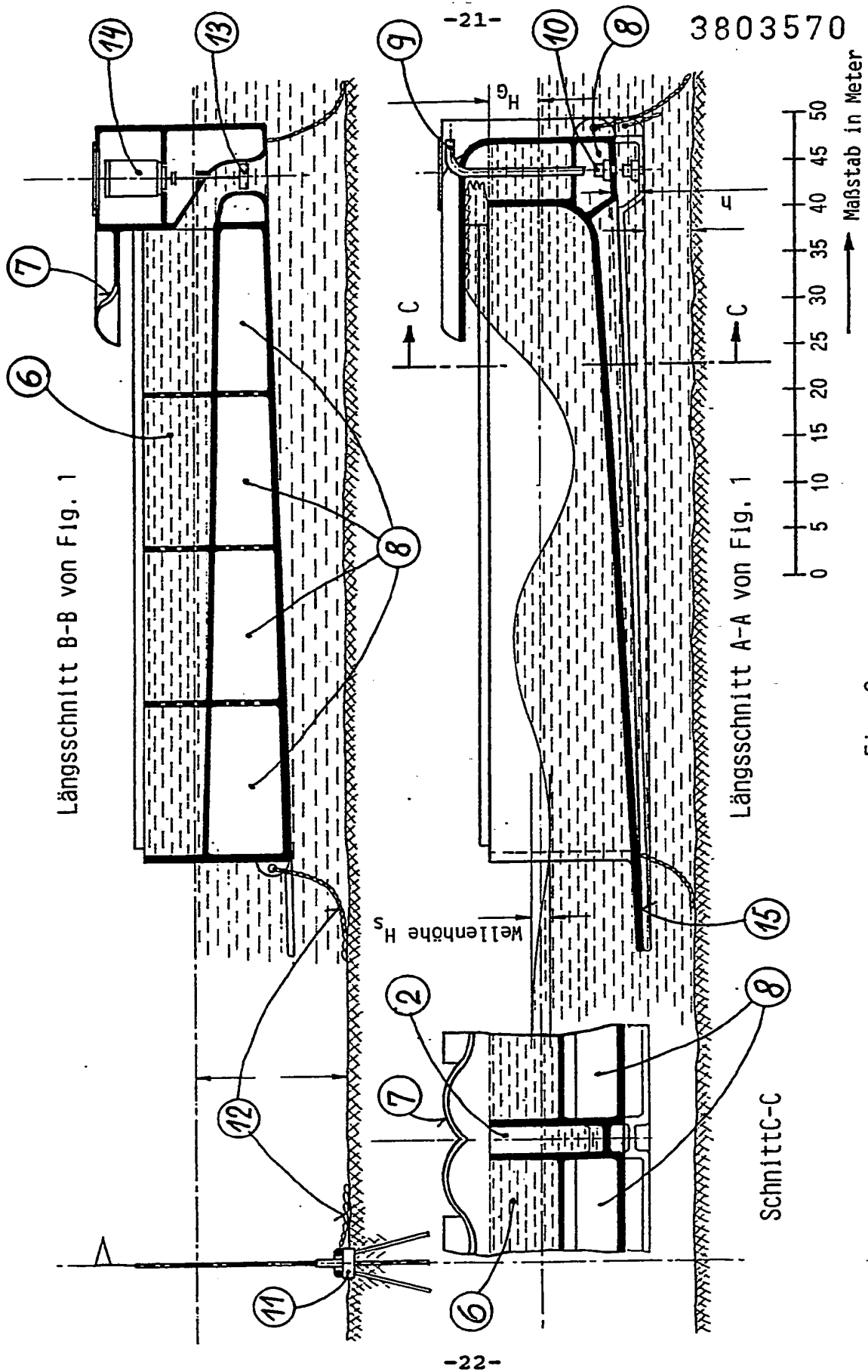


Fig. 1





22

3803570

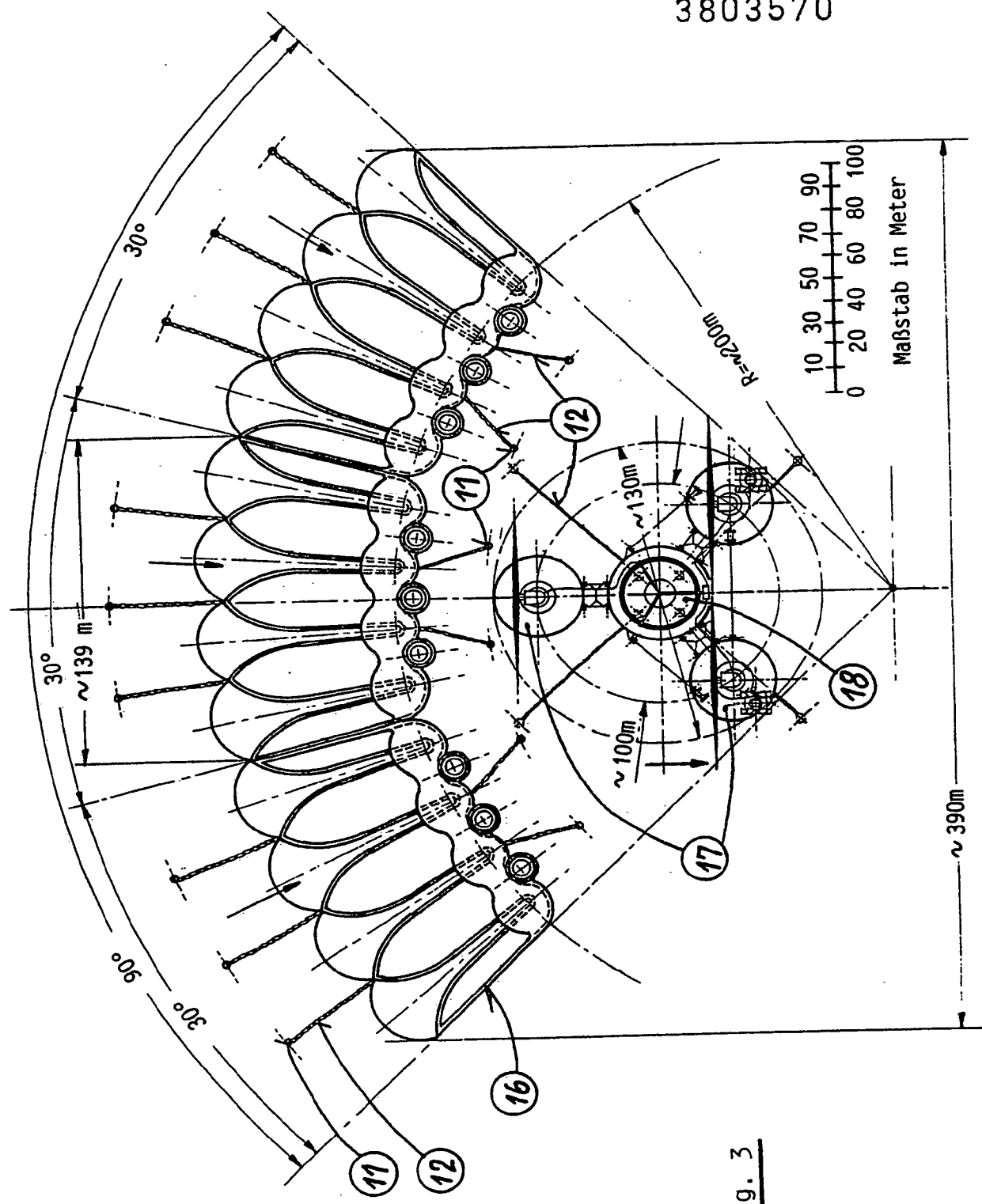
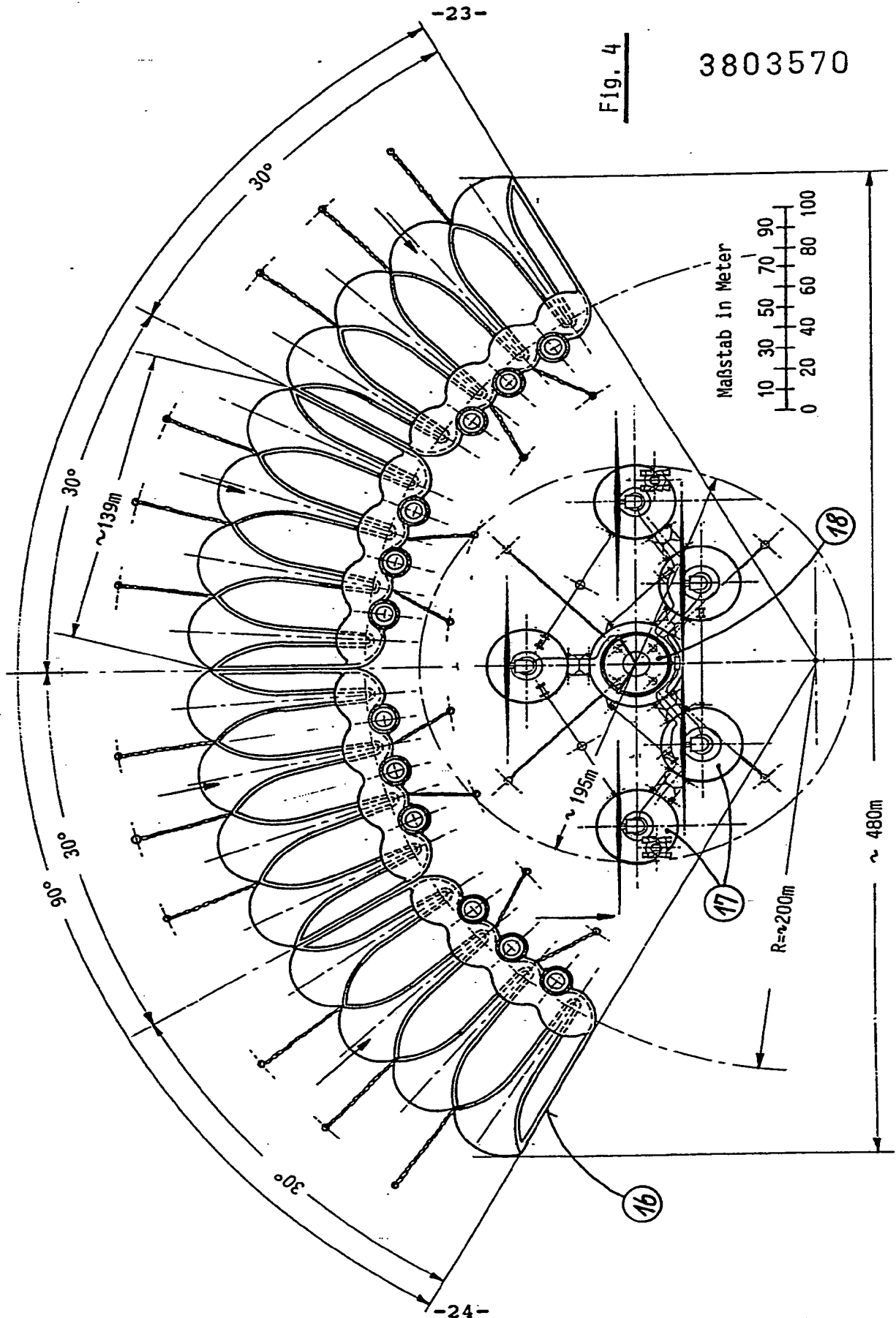


Fig. 3

3803570



24

3803570

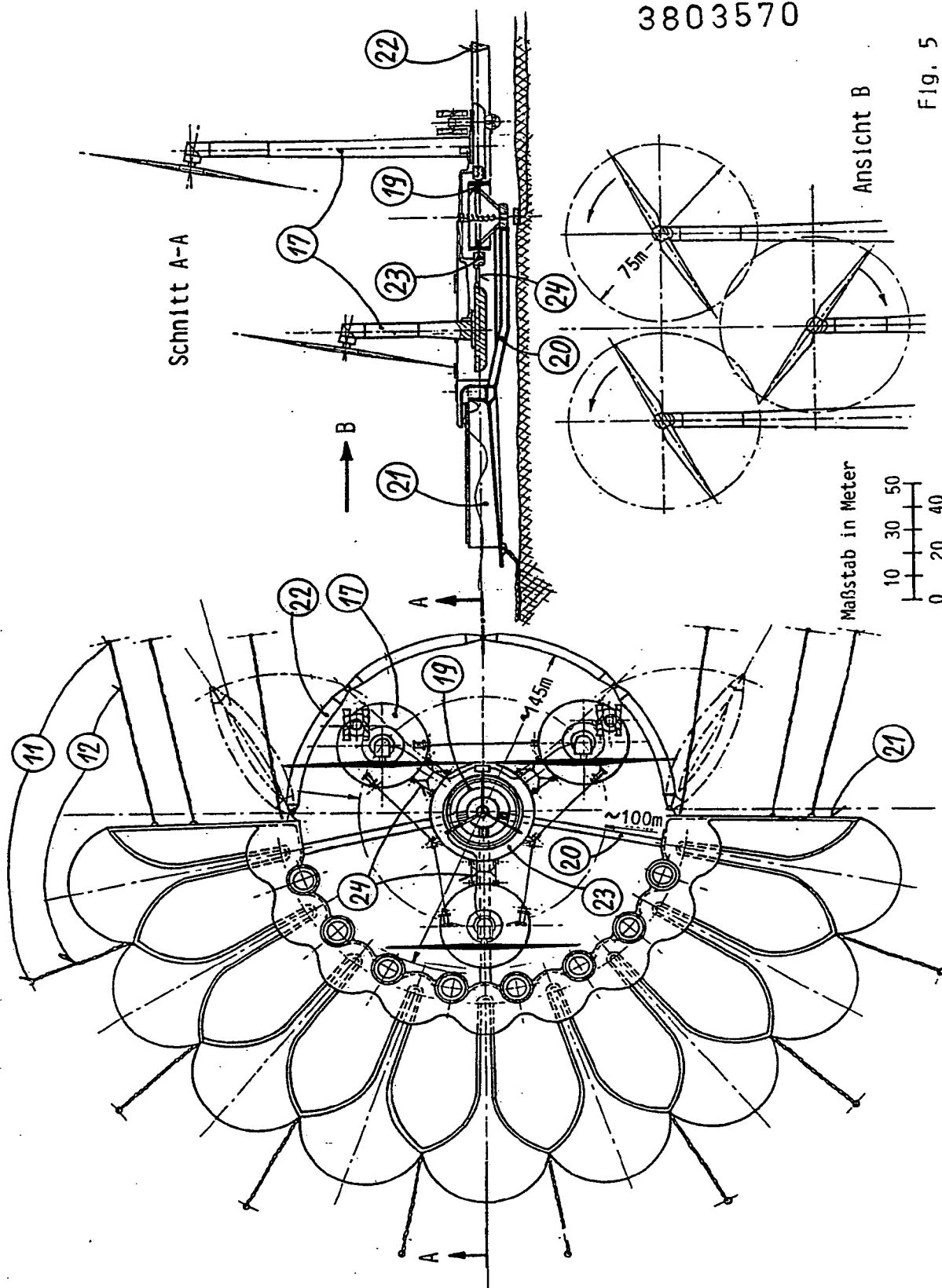


Fig. 5

Nummer:

Int. Cl. 4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

38 03 570

E 02 B 9/08

8. Februar 1988

28. Juli 1988

-20-

3803570

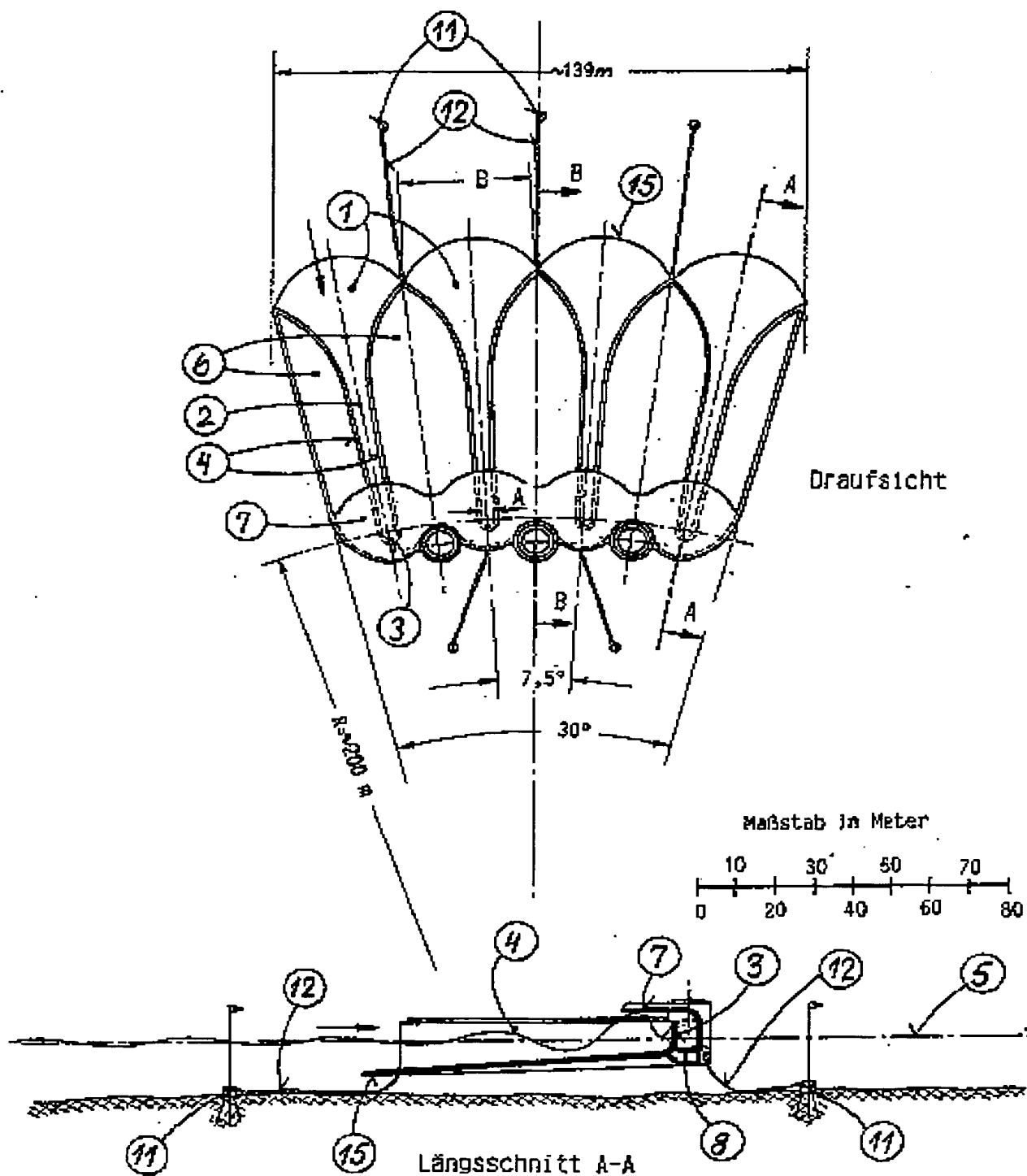


Fig. 1

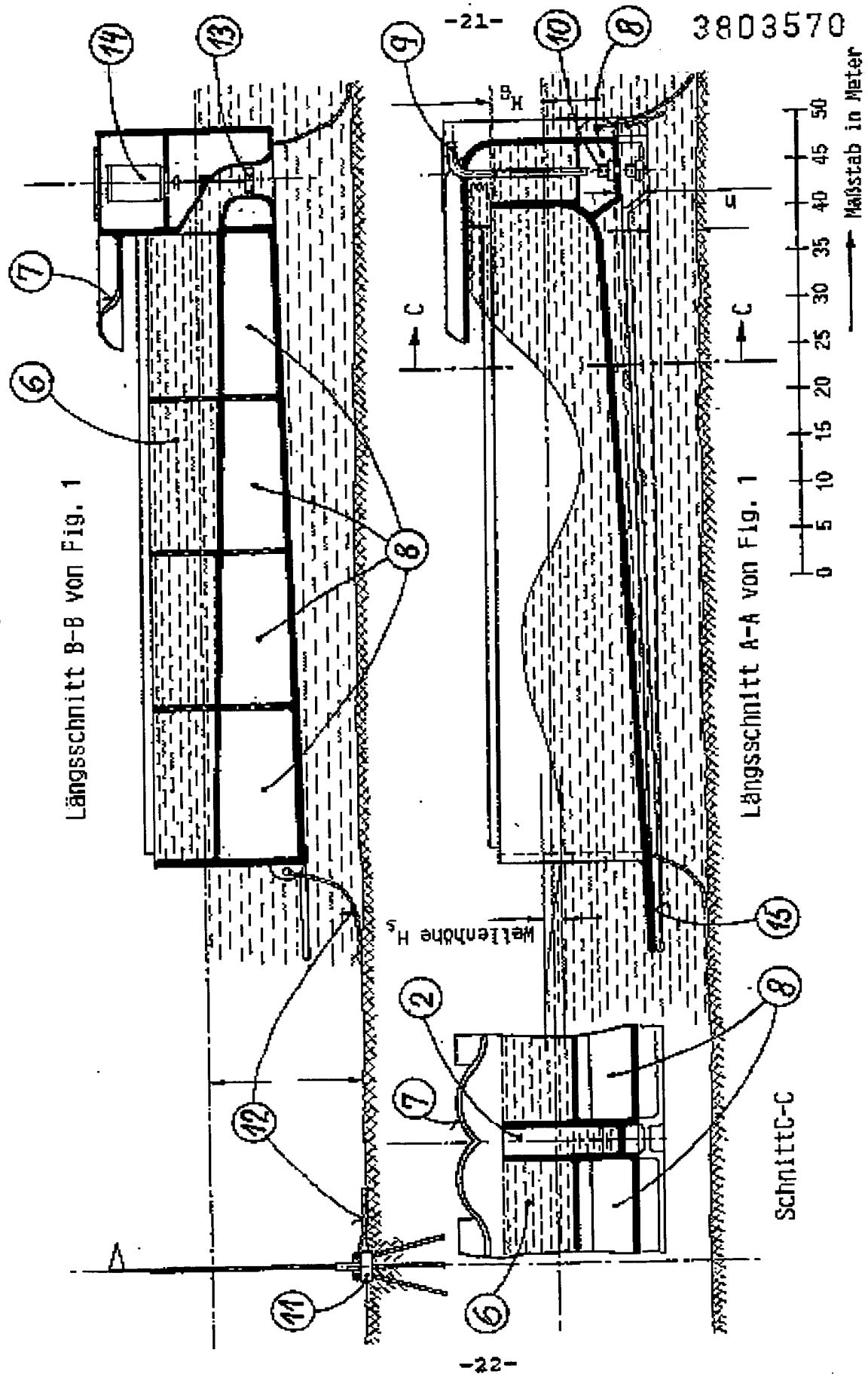


Fig. 2

3803570

24

3803570

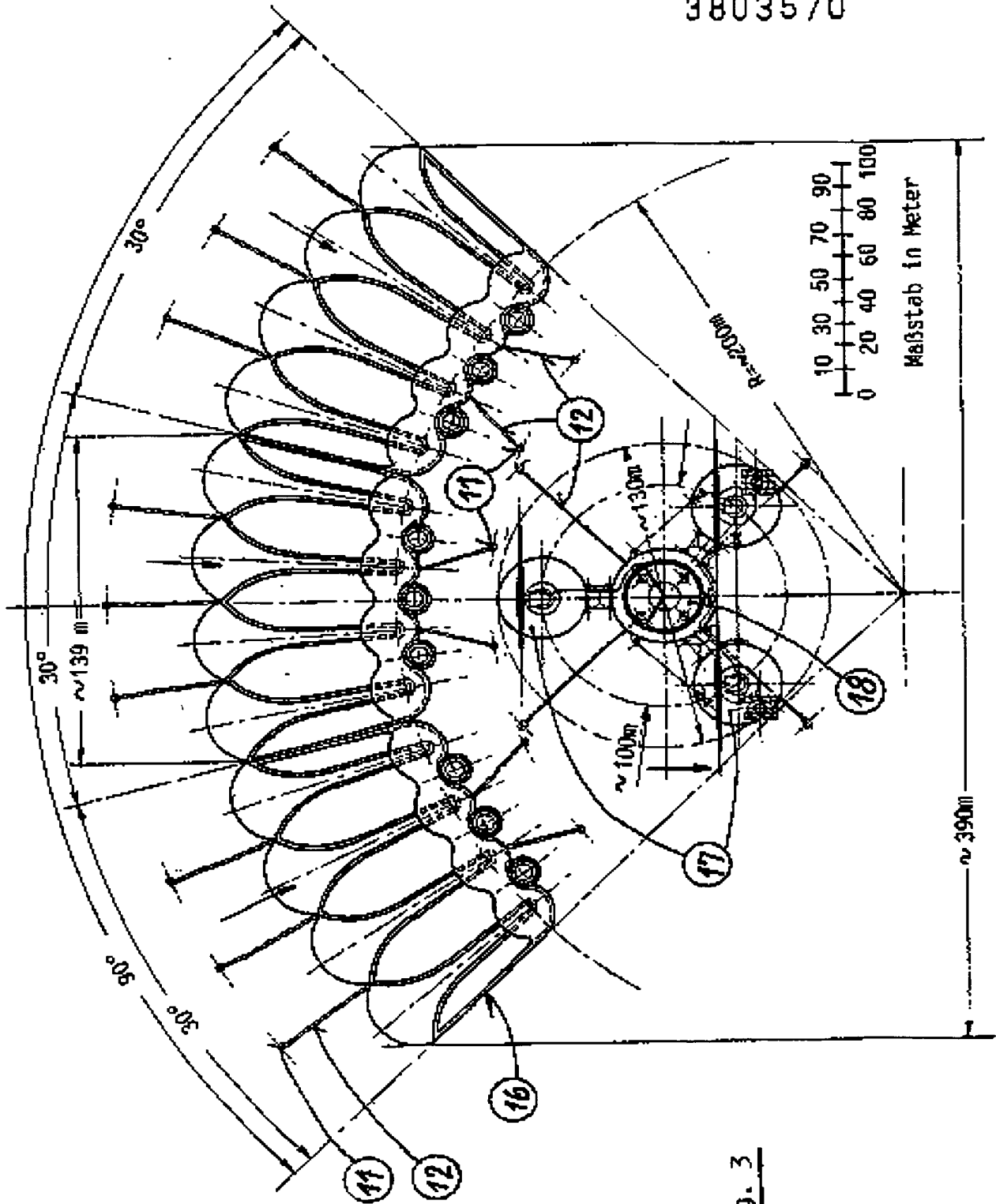
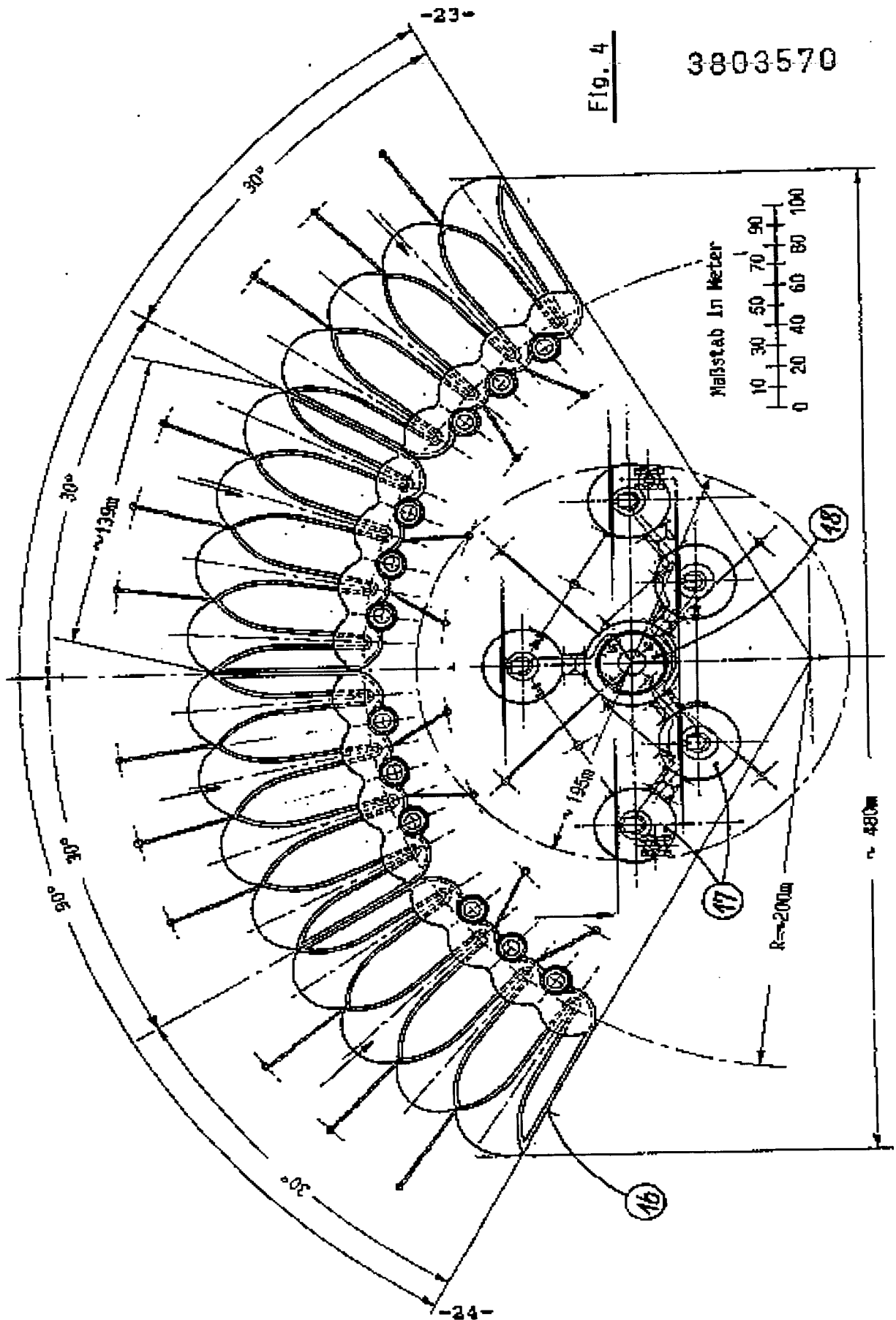


Fig. 3

3803570

Fig. 4





24

3803570

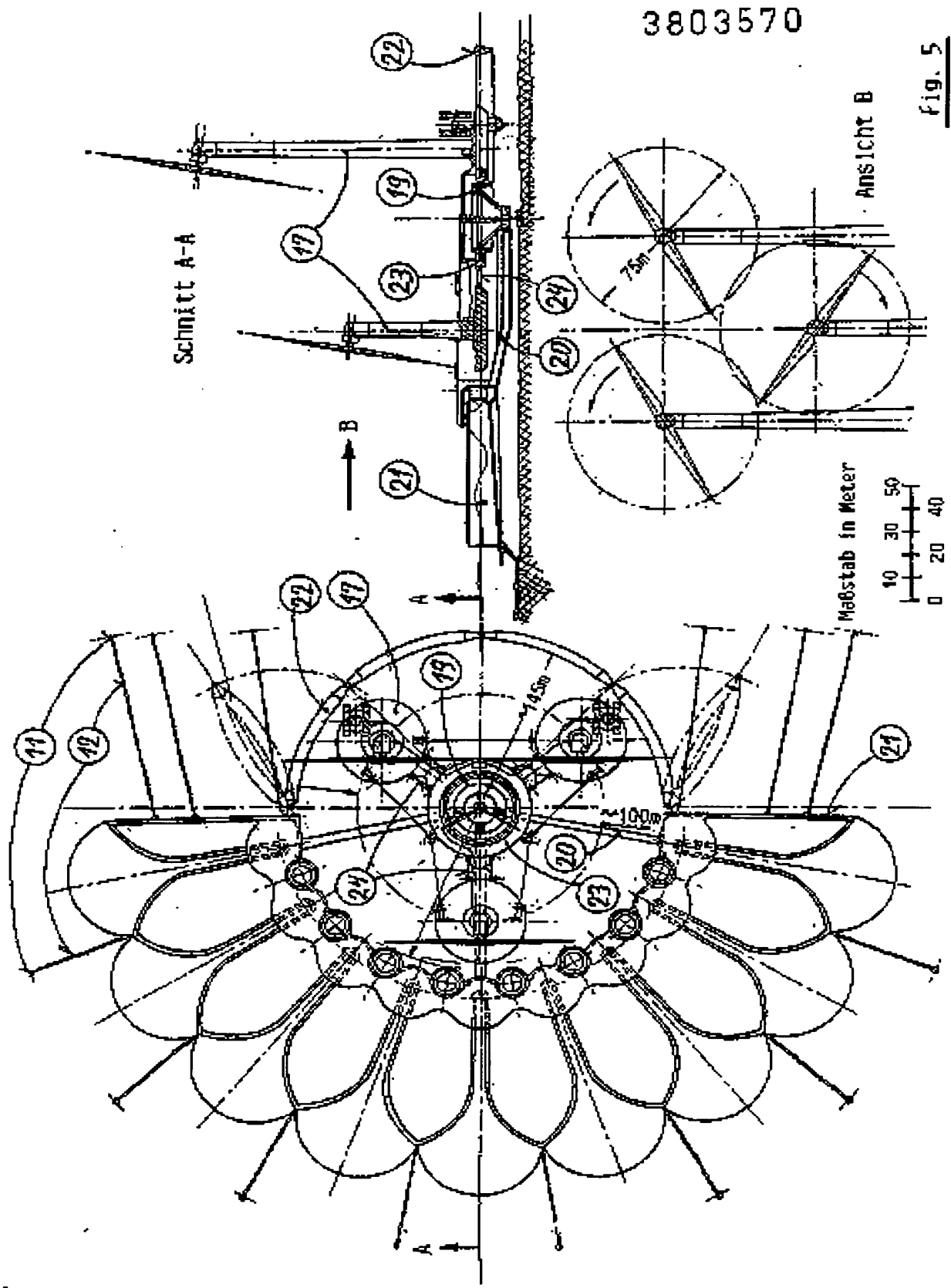


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (PARTO)